

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВОЛЬТМЕТРА Э59

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством
в машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 355

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«____» _____ 2019 г.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВОЛЬТМЕТРА Э59

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством
в машиностроении»

Исполнитель:
студентка группы ЗКМ-405С

Е.Д. Дружинина

Руководитель:
доцент, канд. пед. наук,
доцент кафедры ТМС

А.С. Кривоногова

Нормоконтролер:
доцент, канд. пед. наук,
доцент кафедры ТМС

А.С. Кривоногова

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль «Машиностроение и материалобработка»
Профилизация «Сертификация, метрология и управление качеством в машиностроении»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ТМС

_____ Н.В. Бородина
(подпись)

ЗАДАНИЕ

на подготовку выпускной квалификационной работы

Обучающегося группы ЗКМ-405С

Фамилия Дружинина Имя Екатерина Отчество Дмитриевна

1. Тема выпускной квалификационной работы Разработка методики калибровки вольтметра Э59

Утверждена: Протокол заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г. № ____

2. Руководитель Кривоногова Анна Сергеевна
(фамилия, имя отчество полностью)

канд.пед.наук доцент доцент кафедры ТМС Института ИПО
(ученая степень) (ученое звание) (должность) (место работы)

3. Место преддипломной практики ОАО «МРСК Урала» – «Свердловэнерго», ПО «Западные электрические сети»

4. Идентификационный код ВКР 355

5. Исходные данные к работе ФЗ №102 «Об обеспечении единства измерений». ГОСТ Р 8.879-2014. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. ГОСТ ИСО/МЭК 1025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

6. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Общий раздел (Предприятие ОАО «МРСК УРАЛА» и виды деятельности; система менеджмента качества предприятия; метрологическая служба предприятия).

2) Разработка методики калибровки вольтметра Э59 (обзор и анализ действующих нормативных документов; устройство и принцип работы вольтметра; средства калибровки; разработка методики калибровки вольтметра).

3) Методическая часть (Особенности повышения квалификации персонала метрологической службы; анализ профессионального стандарта «Специалист по метрологии»; разработка программы повышения квалификации работников калибровочной лаборатории; практическое занятие для повышения квалификации работников калибровочной лаборатории.

7. Перечень графических и демонстрационных материалов (если есть)

презентация доклада

8. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапа ВКР	Срок выполнения этапа	% выполнения ВКР	Отметка руководителя ВКР о выполнении
1.	Выполнение ВКР во время преддипломной практики	15.12.2018	35%	
2.	Защита результатов преддипломной практики	24.12.2018	50%	
3.	Выполнение работ по разрабатываемым вопросам, их изложение в тексте ВКР: - Общий раздел - Разработка методики калибровки - Методическая часть	14.12.2018 18.12.2018 21.12.2018	60% 70% 80%	
4.	Оформление пояснительной записки	30.01.2019	90%	
5.	Выполнение чертежей и демонстрационных материалов (при наличии)			
6.	Нормоконтроль	04.02.2019	95%	
7.	Подготовка доклада к защите в ГЭК	04.02.2019	100%	

9. Консультации по работе (с указанием относящихся к ним разделов)

№ п/п	Раздел	Консультант	Задание выдал		Задание принял	
			(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
1.		_____	_____	_____	_____	_____
		Ф.И.О.	(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
2.		_____	_____	_____	_____	_____
		Ф.И.О.	(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
3.		_____	_____	_____	_____	_____
		Ф.И.О.	(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)

Задание выдал руководитель ВКР _____
(подпись)

«05» октября 2018 г.

Задание получил: _____
(подпись обучающегося)

«05» октября 2018 г.

10. Все материалы выпускной квалификационной работы проанализированы.

Считаю возможным допустить Дружинину Е.Д. к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Руководитель _____ «__» _____ 20__ г.
(подпись)

11. Допустить Дружинину Е.Д. к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Протокол заседания кафедры от «__» _____ 20__ г. № _____

Зав. кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.
(подпись)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 61 страницах, содержит 6 рисунков, 4 таблицы, 30 источников литературы, а также 2 приложения на 7 страницах.

Ключевые слова: ВОЛЬТМЕТР, КАЛИБРОВКА, МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ, МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ.

Дружинина Е.Д. Разработка методики калибровки вольтметра Э59: выпускная квалификационная работа / Е.Д. Дружинина; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения. – Екатеринбург, 2019. – 68 с.

Краткая характеристика содержания ВКР.

Основная тема и проблемы, затронутые в ВКР: на предприятии ОАО «МРСК Урала» калибровку вольтметров проводили по методике поверки. Возник вопрос о разработке методики калибровки для вольтметра.

Цель работы: разработка методики калибровки вольтметра Э59 для службы метрологии и измерений ПО ЗЭС.

В работе изучены требования к разработке методики калибровки, разработана и оформлена методика калибровки вольтметра Э59 в соответствии с требованиями нормативных документов.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по метрологии», изучена программа повышения квалификации работников калибровочной лаборатории, разработано практическое занятие на тему «Изучение методики калибровки вольтметра Э59».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1. Предприятие ОАО «МРСК УРАЛА» и виды деятельности.....	8
1.2. Система менеджмента качества предприятия.....	9
1.3. Метрологическая служба предприятия	11
2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВОЛЬТМЕТРА Э59	18
2.1. Обзор и анализ действующих нормативных документов.....	18
2.2. Устройство и принцип работы вольтметра	22
2.3. Средства калибровки	27
2.4. Разработка методики калибровки вольтметра	29
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	37
3.1. Особенности повышения квалификации персонала метрологической службы.....	38
3.2. Анализ профессионального стандарта «Специалист по метрологии»....	38
3.3. Разработка программы повышения квалификации работников калибровочной лаборатории.....	41
3.4. Практическое занятие для повышения квалификации работников калибровочной лаборатории.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Разработка методики калибровки вольтметра Э59.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Форма протокола калибровки	69

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БОМС – базовая организация метрологической службы;

ГСИ – государственная система обеспечения единства измерений;

ИСМ – интегрированная система менеджмента;

МИ – методики измерений;

МС – метрологическая служба;

МК – методика калибровки;

МХ – метрологические характеристики;

ОЕИ – обеспечение единства измерений;

ПО ЗЭС – производственное отделение «Западные электрические сети»;

РЭС – районы электрических сетей;

СИ – средства измерений;

СМИИ – служба метрологии и измерений;

СМК – система менеджмента качества;

ФЗ – федеральный закон.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования XXI века показывают, что требования к повышению точности в области измерений постоянно возрастают.

Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» (№ 102-ФЗ от 26.06.2008 г.) изменил термин «калибровка», дополнив новым содержанием сделал калибровку одним из распространенных и доступных способов повышения точности средств измерений. Главное достоинство способа заключается в достижении поставленной цели без крупных материальных вложений в модернизацию СИ.

Калибровка средств измерений пришла на смену государственной поверке, которая являлась обязательной, а её результаты были действительны и актуальны в течение всего межповерочного интервала. С изменением законодательства поверка стала проводиться только в отношении перечисленных в законе СИ. Во всех остальных случаях проводится калибровка средств измерений. Проводится она в соответствии с ГОСТ Р 8.879-2014 [11].

В последнее время термин «калибровка» притягивает внимание к разработке методик калибровки средств измерений, так как методики поверки напоминают процедуру допускового контроля. Во время проведения калибровки, в отличие от поверки, осуществляется передача размера единицы величины от эталона калибруемому СИ. Все чаще пользователи СИ осуществляют калибровку как способ повышения точности во время эксплуатации. Так как калибруемое СИ используется только в рабочих условиях, а СИ, которые не используются в эксплуатации, не представляет никакого интереса для пользователей. В связи с этим определение действительных значений метрологических характеристик средств измерений в конкретных условиях эксплуатации СИ, т.е. калибровка средств измерений в рабочих условиях эксплуатации, является актуальной задачей.

Все СИ в зависимости от национальной системы мер проградуированы в единых единицах. Это необходимо для обеспечения единообразия измерений

во всех уголках страны. Ежечасно в одной стране происходят тысячи измерений. И чрезвычайно важно, чтобы они все были единообразны, а их погрешности не превышали установленных допусков. Для обеспечения единообразия создана система эталонов мер. Национальная система мер обязательно согласована с мировой системой измерений. Основная задача калибровки – ОЕИ на национальном уровне и, как следствие, на межгосударственном.

Ранее на предприятии ОАО «МРСК УРАЛА» калибровку вольтметров проводили по методике поверки. Позже возник вопрос о разработке методики калибровки для вольтметров. Сама процедура калибровки проще, чем процедура поверки, к тому же, при калибровке происходит определение действительных значений прибора.

В СМиИ предприятия проводят калибровку измерительных приборов, таких как вольтметров, амперметров, ваттметров и мультиметров и других.

Объект: деятельность метрологической службы ОАО «МРСК Урала».

Предмет: разработка методики калибровки вольтметра Э59.

Цель ВКР: разработка методики калибровки вольтметра Э59 для службы метрологии и измерений.

Задачи ВКР:

- проанализировать нормативную и методическую литературу по проблеме исследования и изучить требования к содержанию методики калибровки;

- разработать методику калибровки вольтметра Э59 в соответствии с требованиями нормативных документов;

- разработать практическое занятие по программе повышения квалификации для работников калибровочной лаборатории.

1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Предприятие ОАО «МРСК УРАЛА» и виды деятельности

ОАО «МРСК Урала» – российская электросетевая компания, которая выполняет транспортировку электроэнергии по электрическим сетям напряжением от 0,4 до 220 кВ и технологическое присоединение потребителей электроэнергии к электросетям на территории Пермского края, Челябинской и Свердловской областей.

В виду обновления российской энергетической системы 28 февраля 2005 года решением единственного учредителя (распоряжение ОАО РАО «ЕЭС России» от 24 февраля 2005 года) было создано и зарегистрировано в городе Екатеринбурге ОАО «МРСК Урала и Волги» [19].

После изменения контура функциональной ответственности ОАО «МРСК Урала и Волги» 14 августа 2007 года была переименована в ОАО «МРСК Урала». Можно сказать, с этого момента и началась официальная история компании как бренда.

С 01 мая 2008 года ОАО «МРСК Урала» функционирует как единая операционная компания, которая осуществляет управление распределительными электросетевыми комплексами на территории 3 регионов:

- Пермский край.
- Свердловская область.
- Челябинская область.

ОАО «МРСК Урала» сегодня представляет собой:

- Воздушные линии электропередачи напряжением от 0,4 до 220 кВ общей протяженностью по трассе 121 310 км.

- 6 641 км кабельных линий электропередачи напряжением 0,4-110 кВ.

- 1 047 подстанций 35-220 кВ общей установленной мощностью 21 784 МВА.

– 31 438 трансформаторных подстанций 6-10(35)/0,4 кВ общей установленной мощностью 9 075 МВА.

Главной задачей предприятия является объединение сетевых комплексов муниципальных образований с сетями ОАО «МРСК Урала» для создания общего электросетевого пространства на территории присутствия компании.

ОАО «МРСК Урала» оказывает следующие виды услуг:

- передача и распределение электрической энергии;
- присоединение к электрическим сетям;
- проведение испытаний и измерений энергоустановок, а также контроль за их безопасным использованием;
- сбор, передача и обработка технологической информации, включая данные измерений и учета;
- оперативно-техническое управление и соблюдение режимов энергосбережения и энергопотребления;
- проведение технического обслуживания, диагностики, ремонта электрических сетей, средств измерений и учета, оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики и иных средств электросетевого учета.

На территории Свердловской области ОАО «МРСК Урала» представляет филиал «Свердловэнерго».

Филиал ОАО «МРСК Урала» - «Свердловэнерго» осуществляет передачу электрической энергии по распределительным сетям 0,4-110 кВ. Основной задачей является обеспечение надежного функционирования и развития распределительного электросетевого комплекса региона, а также подключение новых потребителей к распределительным электрическим сетям компании.

Всего в эксплуатации филиала «Свердловэнерго» находится 375 подстанций 35-220 кВ суммарной мощностью 7279 МВА, 7823 шт. трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ и 36 654 км воздушных и кабельных линий электропередачи классом напряжения 0,4-110 кВ.

Общая численность персонала филиала «Свердловэнерго» – более 5 тысяч человек. Филиал «Свердловэнерго» осуществляет электроснабжение про-

мышленных предприятий и населения на территории общей площадью 195 тыс. км² с населением 4,4 млн человек. Средний радиус обслуживания в производственном отделении составляет 32 км.

1.2. Система менеджмента качества предприятия

На предприятиях «МРСК Урала» работа по созданию системы менеджмента качества началась в феврале 2006 года. В тот год были заключены договоры с компаниями ЗАО «ФИНЭКС Качество», ООО «Центр СМК» на создание системы менеджмента качества в региональных сетевых компаниях (РСК). В марте – апреле 2008 года независимым органом по сертификации «Бюро Веритас Сертификейшн Русь» были проведены сертификационные аудиты системы менеджмента качества в РСК. По результатам аудита было подтверждено соответствие системы менеджмента качества требованиям ISO серии 9000.

«МРСК Урала» совершенствует и повышает эффективность управления путем интегрирования системы менеджмента качества, соответствующей стандартам ISO серии 9000, с системами экологического менеджмента в соответствии со стандартами ISO серии 14000 и с системами профессиональной безопасности и здоровья персонала в соответствии со стандартом OHSAS серии 18000.

В 2011 году в ОАО «МРСК Урала» успешно прошел ресертификационный аудит системы менеджмента качества на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 9001. Аудит провели эксперты органа по сертификации систем менеджмента организаций – Ассоциации по сертификации «Русский Регистр». Данная организация является членом IQNet и имеет аккредитацию, признанную Международным Аккредитационным Форумом (IAF).

Система менеджмента качества ОАО «МРСК Урала», разработанная и внедренная в соответствии с требованиями МС ИСО 9001, успешно функционирует в компании с 2008 года. За этот период в компании было проведено четыре внешних аудита: сертификационный, два надзорных и диагностический [12].

В ходе аудита была анализирована способность системы к достижению запланированных результатов и постоянному улучшению. Целью работ являлась проверка соответствия системы менеджмента качества требованиям МС ИСО 9001 в отношении оказания услуг по технологическому присоединению, передаче и распределению электрической энергии, а также проверка статуса действующей сертификации СМК организации для принятия решения о выдаче сертификата.

По результатам аудита были отмечены сильные стороны и определены направления дальнейшего совершенствования системы [1].

Среди сильных сторон компании отмечены:

- внедренный результативный общий подход к менеджменту, основанный на комплексной идентификации и оценке рисков;
- проведение перекрестных внутренних аудитов;
- неформальный аналитический подход к результатам проверок;
- опыт работы по энергосервисным контрактам;
- внедрение современных методов регулирования и мониторинга параметров электросетей (Smart metering и подобные проекты).

В целом аудиторы отметили планомерную реализацию мероприятий по улучшению качества услуг, подробный анализ замечаний и пожеланий, поступающих от потребителей компании.

В результате проверки члены аудиторской группы сделали заключение о том, что система менеджмента «МРСК Урала» разработана, документирована и внедрена в соответствии с требованиями МС ИСО 9001; соответствует критериям аудита, поддерживается в действии, развивается в соответствии с принципом постоянного улучшения и результативна.

Интегрированная система менеджмента в ОАО «МРСК Урала» успешно функционирует с 2012 года. Главной целью ИСМ является повышение качества и надежности работы электросетевого комплекса, энергосбережение и повышение энергоэффективности, оптимальное управление воздействием на окружающую среду и рисками в области охраны труда, позволяющие уменьшить влия-

ние на экологию и снизить травматизм на производстве. Сертификаты также подтверждают, что бизнес-процессы в компании ориентированы на максимальное удовлетворение требований потребителей.

1.3. Метрологическая служба предприятия

Общие положения

Настоящее Положение о службе метрологии и измерений Производственного отделения «Западные электрические сети» филиала ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Урала»- «Свердловэнерго» является внутренним документом, определяющим основные задачи и функции СМиИ, права начальника СМиИ и других работников СМиИ при исполнении ими обязанностей в соответствии с занимаемыми должностями, конкретную трудовую функцию и ответственность начальника СМиИ по организации выполнения задач и функций СМиИ в пределах предоставленных прав и ответственности в соответствии с заключенным с начальником СМиИ трудовым договором с Обществом [2].

СМиИ является структурным подразделением Общества. Начальник СМиИ в соответствии с организационной структурой Общества и закрепленными ОРД функциональными обязанностями подчиняется заместителю главного инженера по ОТУ ПО ЗЭС [12].

Руководство работой СМиИ осуществляет начальник СМиИ, назначаемый на должность и освобождаемый от должности в порядке, установленном ОРД Общества.

Работники СМиИ назначаются на должность и освобождаются от должности в порядке, установленном ОРД Общества, по представлению начальника СМиИ.

Начальник СМиИ и другие работники СМиИ в своей деятельности руководствуются законодательством Российской Федерации, Уставом Общества, решениями общих собраний акционеров, Совета директоров, Правления, меж-

дународными и государственными стандартами, приказами, распоряжениями и другими локальными нормативными актами Общества, настоящим положением, перечнем действующей документации СМиИ, введенным согласно СТО ИСМ-МРСК-01, должностными инструкциями и трудовыми договорами, заключенными с Обществом.

В период отсутствия начальника СМиИ его обязанности исполняет работник, на которого приказом Общества возложено исполнение обязанностей начальника СМиИ.

Штатное расписание СМиИ утверждается в порядке, установленном ОРД Общества.

Квалификационные требования к должности начальника СМиИ:

- высшее (техническое) образование;
- стаж работы не менее 5 лет в сфере электроэнергетики на руководящих или инженерно-технических должностях;
- повышение квалификации по метрологическому обеспечению и обеспечению единства измерений;
- отсутствие медицинских противопоказаний;
- навыки по основной деятельности;
- знание компьютерных и профильных программ;
- группа по электробезопасности V.

Основные задачи

Основными задачами СМиИ являются:

- Проведение метрологического контроля за состоянием, применением средств измерений, аттестованными методиками измерений, средствами поверки и калибровки СИ, соблюдением метрологических норм и правил, нормативных документов по обеспечению единства измерений в ПО.
- Организация и проведение работ по поверке, калибровке, ремонту и техническому обслуживанию СИ, эксплуатируемых в ПО.
- Мониторинг и контроль качества электрической энергии поставляемой потребителям, заданных ГОСТ 32144-2013.

– Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт систем постоянного, выпрямленного и переменного оперативного тока согласно утвержденным требованиям по распределению обязанностей между структурными подразделениями филиала ОАО «МРСК Урала» – «Свердловэнерго» при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте систем постоянного, выпрямленного и переменного оперативного тока.

– Проведение метрологической экспертизы проектной и другой технической документации.

– Общие функции

Основные функции

– В соответствии с задачей по проведению метрологического контроля за состоянием, применением средств измерений, аттестованными методиками измерений, средствами поверки и калибровки СИ, соблюдением метрологических норм и правил, нормативных документов по обеспечению единства измерений в ПО СМиИ осуществляет следующие функции:

– подготовка запросов и получение от подразделений и районов электрических сетей информации, необходимой для обеспечения

– единства измерений при приеме, передаче, распределении электрической энергии (перечни СИ находящихся в эксплуатации, копии документов на СИ и т.п);

– ведение базы данных электрических СИ в программном комплексе SAP ERP;

– ведение перечней эталонов, СИ подлежащих поверке, калибровке, а так же СИ применяемых для наблюдения за технологическими параметрами, точность измерения которых не нормируется;

– хранение и поддержание на должном уровне эталонов для воспроизведения единиц величин, других средств поверки и калибровки СИ;

– ведение технической документации на электрические СИ;

– осуществление метрологического контроля за состоянием и применением СИ, средствами калибровки, соблюдением метрологических правил и

норм, аттестованными методиками измерений нормативных документов по обеспечению единства измерений;

- внедрение нормативных документов, регламентирующих вопросы метрологического обеспечения;

- взаимодействие с государственными органами метрологической службы и органами базовой организации метрологической службы по вопросам метрологического обеспечения производства;

- составление отчетов и предоставление их вышестоящей организации в установленные сроки;

- согласование заявок на приобретение СИ;

- осуществление входного контроля СИ и метрологического оборудования.

В соответствии с задачей по организации и проведению работ по поверке, калибровке, ремонту и техническому обслуживанию СИ, эксплуатируемых в ПО СМиИ осуществляет следующие функции:

- формирование технических заданий для проведения закупочных процедур с целью заключения договоров на оказание метрологических услуг;

- формирование пакета документов для заключения договоров оказания услуг в области метрологического обеспечения, в рамках утвержденного бюджета;

- подготовка документов для проведения аккредитации СМиИ на право выполнения работ по калибровке электрических СИ;

- составление графиков поверки и калибровки СИ. Согласование графиков со структурными подразделениями, применяющими данные средства измерения в работе.

- выполнение и контроль выполнения графиков поверки и калибровки;

- организация и контроль проведения поверки, находящихся в эксплуатации средств измерений подлежащих обязательному государственному метрологическому контролю и надзору (при проведении поверки ИТТ и ИТН (подключенных по вторичным цепям, в том числе, к устройствам РЗА) на объектах

ПО ЗЭС, СРЗиА выполняет подключение и отключения в соответствии с ППР, с последующим замером вторичных величин);

- организация и контроль проведения калибровки, находящихся в эксплуатации средств измерений;

- своевременное предоставление СИ в поверку;

- контроль условий проведения калибровки;

- проведение калибровки, ремонта, и технического обслуживания СИ электротехнических величин, не подлежащих поверке, согласно утверждённым графикам, в соответствии с областью аккредитации;

- проведение калибровки, технического обслуживания и ремонта (замены) СИ электротехнических величин (щитовых приборов и измерительных преобразователей) на месте эксплуатации в электроустановках напряжением 6-110 кВ в соответствии с утверждёнными графиками и Эксплуатационным приказом совместно со службой РЗиА ПО (персонал СРЗиА обеспечивает снятие и установку калибруемых СИ);

- контроль выполнения сроков и качества работы со стороны подрядной организации;

- проведение калибровки аналоговых измерительных каналов ТМ совместно со службой СДиТУ ПО.

Права

Начальник СМиИ и другие работники СМиИ в соответствии с настоящим Положением и должностными инструкциями при выполнении должностных обязанностей (конкретной функции) имеют право в установленном порядке:

- давать разъяснения и рекомендации в отношении выполнения решений Общества по вопросам, входящим в компетенцию СМиИ;

- запрашивать и получать в установленном порядке от структурных подразделений Общества документы и информацию, необходимые для выполнения возложенных на СМиИ задач и функций;

- направлять структурным подразделениям Общества на заключение материалы по вопросам, входящим в компетенцию СМиИ;

– вносить предложения по функционированию и совершенствованию ИСМ в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, OHSAS 18001 (в версиях согласно действующей сертифицированной ИСМ) и соответствующих национальных стандартов в пределах функций, выполняемых СМиИ.

Ответственность

Руководитель СМиИ и другие работники СМиИ несут ответственность, определенную их трудовыми договорами с Обществом, в том числе в соответствии с законодательством Российской Федерации, должностными инструкциями и настоящим Положением, за:

- невыполнение или ненадлежащее выполнение возложенных обязанностей;
- несоблюдение законодательства Российской Федерации, распоряжений и других локальных нормативных актов Общества, настоящего Положения;
- несоблюдение норм и правил внутреннего трудового распорядка Общества, техники безопасности, требований и правил пожарной безопасности;
- обеспечение сохранности имущества, закрепленного за СМиИ;
- причинение материального ущерба в пределах, определенных действующим законодательством Российской Федерации;
- искажение информации о нарушении либо сокрытие нарушений, которые могут повлечь за собой нанесение материального ущерба Обществу;
- разглашение конфиденциальной информации, инсайдерской информации, сведений, составляющих коммерческую тайну Общества;
- планирование, обеспечение, анализ и улучшение функционирования ИСМ в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, OHSAS 18001 (в версиях согласно действующей сертифицированной ИСМ) и соответствующих национальных стандартов, действующей документацией ИСМ в пределах функций, выполняемых СМиИ;

2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВОЛЬТМЕТРА

2.1. Обзор и анализ действующих нормативных документов

В ходе работы были рассмотрены такие документы, как:

– ФЗ №102 «Об обеспечении единства измерений», который регулирует отношения в области измерений. В данном законе были рассмотрены требования к средствам измерений (ст. 9).

В сфере государственного регулирования ОЕИ к использованию допускаются средства измерений утвержденного типа, прошедшие поверку в соответствии с положениями данного Федерального закона, а также обеспечивающие соблюдение установленных законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений обязательных требований, включая обязательные метрологические требования к измерениям, обязательные метрологические и технические требования к средствам измерений, и установленных законодательством Российской Федерации о техническом регулировании обязательных требований. В состав обязательных требований к средствам измерений в необходимых случаях включаются также требования к их составным частям, программному обеспечению и условиям эксплуатации средств измерений. При применении средств измерений должны соблюдаться обязательные требования к условиям их эксплуатации [29].

Устройство средств измерений должно обеспечивать ограничение доступа к определенным частям средств измерений (включая программное обеспечение) в целях предупреждения неразрешенной настройки и вмешательства, которые могут привести к изменениям результатов измерений.

Федеральный орган исполнительной власти устанавливает порядок отнесения технических средств к средствам измерений, а также осуществляет функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области ОЕИ.

В ФЗ №102 также была рассмотрена и проанализирована калибровка средств измерений (ст. 18).

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования ОЕИ, могут подвергаться калибровке в добровольном порядке. Калибровка средств измерений выполняется с применением эталонов единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин, а при отсутствии соответствующих государственных первичных эталонов единиц величин – к национальным эталонам единиц величин иностранных государств.

Лица юридические и индивидуальные предприниматели, выполняющие калибровку средств измерений в добровольном порядке, могут быть аккредитованы в области ОЕИ [9].

Результаты калибровки средств измерений, выполненной юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации, могут быть использованы при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Порядок принятия результатов калибровки при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и требования к содержанию сертификата калибровки, включая прослеживаемость, устанавливаются Правительством Российской Федерации.

– ГОСТ Р 8.879-2014. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. Данный стандарт устанавливает требования к построению, содержанию и изложению методик калибровки средств измерений в соответствии с положениями ГОСТ ИСО/МЭК17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Стандарт направлен на разработку методик калибровки.

– ГОСТ 8711-93. Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам [7].

Стандарт распространяется на показывающие амперметры и вольтметры прямого действия с устройством представления показаний в аналоговой форме.

– ГОСТ 30012.1-2002. Приборы аналоговые, показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 1. Определения и основные требования, общие для всех частей.

Данный стандарт устанавливает, что приборы и (или) вспомогательные части должны работать без остановки без важных повреждений под воздействием окружающих температур, установленных ниже:

– от минус 10 °С до плюс 35 °С — для приборов с обозначениями классов точности 0,3 и менее;

– от минус 25 °С до плюс 40 °С — для приборов с обозначениями классов точности 0,5 и более и вспомогательных частей всех классов точности;

– от 0 °С до плюс 40 °С — для приборов с встроенными батареями и (или) имеющих встроенные электронные устройства и обозначенных символом F-20 или F-21.

Считается, что постоянное повреждение отсутствует, если при возвращении в нормальные условия приборы и (или) вспомогательные части соответствуют требованиям, относящимся к основной погрешности. Регулировка нуля допускается.

– ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

Настоящий стандарт распространяется на прямые многократные независимые измерения и устанавливает основные положения методов обработки результатов измерений и вычисления погрешностей оценки измеряемой величины.

– ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Данный стандарт определяет общие требования к компетентности лабораторий в проведении калибровки и испытаний, включая отбор образцов, испытания и калибровку, осуществляющиеся по стандартным методикам, нестандартным методикам и методикам, разработанным лабораторией [8].

Согласно этому стандарту лаборатория должна:

– располагать руководящим и техническим составом, который вне зависимости от других обязанностей имеет полномочия и ресурсы, необходимые для выполнения своих обязанностей, включая внедрение, поддержание и улучшение системы менеджмента, и выявления случаев отступлений от системы менеджмента или процедур проведения испытаний и/или калибровки, а также для инициирования действий по предупреждению или сокращению таких отступлений;

– располагать мерами, обеспечивающими свободу руководства и сотрудников от любого неподобающего внутреннего и внешнего коммерческого, финансового или другого давления и влияния, которое может оказывать отрицательное воздействие на качество их работы;

– определять политику и процедуры, позволяющие обеспечить конфиденциальность информации и прав собственности ее заказчиков, включая процедуры защиты электронного хранения и передачи результатов;

– определять политику и процедуры, позволяющие избежать вовлечения в деятельность, которая снизила бы доверие к ее компетентности, беспристрастности ее суждений или честности;

– определять организационную и управленческую структуру лаборатории, ее место в вышестоящей организации и взаимосвязи между менеджментом качества, технической деятельностью и вспомогательными службами;

– устанавливать ответственность, полномочия и взаимоотношения сотрудников, занятых в управлении, выполнении или проверке работ, влияющих на качество испытаний и/или калибровки;

- обеспечивать надзор за персоналом, проводящим испытания и калибровку (включая стажеров), со стороны лиц, знакомых с методиками и процедурами, целью каждого испытания и/или калибровки, а также с оценкой результатов испытания или калибровки;
- иметь техническую администрацию, несущую общую ответственность за техническую деятельность и предоставление необходимых ресурсов для обеспечения требуемого качества работы лаборатории;
- назначать одного из сотрудников менеджером по качеству (как бы он ни назывался), который независимо от других функций и обязанностей должен нести ответственность и располагать полномочиями, обеспечивающими внедрение системы менеджмента качества и ее постоянное функционирование; менеджер по качеству должен иметь прямой доступ к высшему руководству, принимающему решения по политике или ресурсам;
- назначать заместителей руководящего персонала;
- обеспечивать осознание персоналом значимости и важности своей деятельности и своего вклада в достижение целей системы менеджмента.

2.2. Устройство и принцип работы вольтметра

Рассмотрим устройство и принцип действия вольтметра Э59. Вольтметр – это прибор, который определяет напряжение. Вольтметр класса 0,5 типа Э59 предназначен для измерения напряжения и тока (соответственно) в цепях переменного тока и в цепях постоянного тока (рисунок 1). Приборы выпускаются для работы в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха от +10С до +35С и относительной влажности до 80% [21].



Рисунок 1 – Вольтметр типа Э59

Величина погрешности приборов типа Э59 для частот лежащих за пределами расширенной области не нормируется, однако с пониженной точностью измерений приборами Э59/1-9 можно пользоваться в значительно большем диапазоне частот, но при этом частотная погрешность быстро возрастает.

Таблица 1 – Диапазоны частот вольтметров

Наименование приборов	Заводское обозначение	Конечное значение рабочей части шкалы, В	Диапазон частот в герцах, в котором погрешность при нормальных условиях находится около	
			1,5 %	2,5 %
Вольтметры	Э59/1	75	300-500	500-1000
		150	300-900	900-1500
		300	300-1500	1500-2500
		600	300-2000	2000-3000
	Э59/2	7,5	150-200	200-400
		15	150-400	400-500
30		150-400	400-500	

		60	150-800	800-1000
--	--	----	---------	----------

Сопротивление и токи полного отклонения вольтметров приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сопротивление и токи полного отклонения вольтметров

Заводское обозначение прибора	Конечное значение рабочей шкалы в В	Номинальное сопротивление прибора, Ом	Номинальный ток вольтметра, мА
Э59/1	75	10000	7,5
	150	20000	7,5
	300	40000	7,5
	600	80000	7,5
Э59/2	7,5	83,3	90
	15	166,7	90
	30	1000	30
	60	2000	30
Э59/10	1,5	7,5	200
	3	15	200
	7,5	37,5	200
	15	75	200

Остальные параметры, общие для всей серии приборов, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие параметры приборов

Наименование	Значение
Основная погрешность на переменном токе при частоте 45-55 гц. И на постоянном токе в % от конечного значения рабочей части не более	0,5
Основная погрешность на переменном токе в расширенной области частот в % от конечного значения рабочей части шкалы не более	1,0
Время успокоения в секундах не более	4,0
Габаритные размеры в мм	145×200×86
Вес, кг	1,5

Принцип работы.

1. Установить прибор в нормальное(горизонтальное) положение.
2. Проверить положение стрелки. Если она смещена относительно нулевой отметки, то при помощи корректора установить ее на нулевую точку.
3. До включения прибора (имеющего переключатель) в электрическую цепь для измерений, переключатель следует повернуть несколько раз влево и вправо до упоров.
4. С помощью регулировочного устройства уменьшить до нуля и выключить напряжение, подводимое к схеме, в которой намерены производить измерения.
5. Подключить прибор к схеме и поставить переключатель пределов приборов Э59/1, 2, 4-9 на больший предел измерения. Один из калиброванных проводников вольтметра Э59/10 присоединить к зажиму со знаком «*» (звездочка), второй провод – к зажиму 15В. Амперметр Э59/3 присоединить в цепь измерения к зажимам со знаками «*» (звездочка) и «10 А».
6. Подключить прибор к источнику напряжения(тока) и при помощи регулируемого устройства плавно повышать его до номинальной величины. Если при этом отклонение стрелки по шкале вольтметра будет меньше 75 делений, а по шкале амперметра или миллиамперметра меньше 50 делений, прибор следует переключить на следующий (меньший) предел измерения, предварительно снизив до минимума и отключив подводимое к вольтметру напряжение или ток, проходящий через амперметр или миллиамперметр.
7. При определении действительной величины измеряемого тока или напряжения необходимо определить цену деления(постоянную) прибора на данном пределе измерения (С) и умножить ее на отсчет по шкале в делениях (α').

Для определения цены деления необходимо величину верхнего предела измерения разделить на число делений шкалы (α).

Например, шкала вольтметра Э59/1 имеет 150 делений. Цена деления на пределе вольт равна:

$$C = \frac{UH}{\alpha} = \frac{300}{150} = 2 \text{ вольта. (1)}$$

При отклонении стрелки на 61 деление, действительное значение измеряемого напряжения равно:

$$U=C \alpha'=2 \times 61=122 \text{ вольта. (2)}$$

Для расширения пределов измерения амперметра при измерениях на переменном токе может быть использован трансформатор тока с номинальным вторичным током, соответствующим конечному значению рабочей части шкалы прибора [4].

Комплектность

В комплект одного прибора, поставляемого заказчику, входят:

- а) вольтметр, или амперметр, или миллиамперметр Э59;
- б) растяжки запасные – 3 шт.;
- в) два калиброванные провода «КП» общим сопротивлением 0,035 ома (только для вольтметров Э59/10;
- г) описание и правила пользования;
- д) выпускной аттестат.

Транспортирование, хранение и срок безвозмездной замены или ремонта прибора

Транспортирование прибора можно производить только в соответствующей упаковке с соблюдением обычных при отгрузке и транспортировке хрупких изделий мер предосторожности.

Прибор должен храниться в закрытом помещении на стеллаже в упаковке в овальной коробке, поставляемой заводом-поставщиком, при температуре от +10 до +35 °С и относительной влажностью воздуха до 80 %.

В воздухе помещения, где хранится прибор, не должно быть пыли, а также газов и паров, вызывающих коррозию.

Хранение прибора в рабочих помещениях должно производиться, как правило, в закрытых шкафах.

Завод поставщик в течение 18 месяцев со дня отгрузки потребителю безвозмездно заменяет или ремонтирует приборы, если они за этот срок снизят свои показатели ниже установленных норм.

Безвозмездная замена или ремонт приборов производится при условии соблюдения правил транспортирования их, хранения, эксплуатации и при сохранности заводских клейм.

2.3. Средства калибровки

Средства калибровки – это эталоны, установки и другие средства измерений, применяемые при калибровке в соответствии с установленными правилами.

Согласно ПР 50.2.016-94 «Требования к выполнению калибровочных работ», должно соблюдаться следующие пункты:

- метрологическая служба должна иметь средства калибровки, отвечающие требованиям НД по калибровке и соответствующие области аккредитации;
- средства калибровки должны обеспечивать передачу размеров единиц средствам измерений от соответствующих государственных эталонов;
- средства калибровки должны иметь действующие свидетельства о поверке и содержаться в условиях, обеспечивающих их сохранность и защиту от повреждений и преждевременного износа. Для средств калибровки, требующих периодического обслуживания, организацией, аккредитовавшей метрологическую службу, утверждаются инструкции и графики по техническому обслуживанию, а также графики поверок [17].

Каждая единица средств калибровки должна иметь свидетельство о поверке или оттиск поверительного клейма и быть учтена [23]. Учетный документ на каждую единицу средства калибровки должен включать следующие сведения:

- наименование;
- предприятие-изготовитель (фирма), тип (марка), заводской и инвентарный номер;
- даты изготовления, получения, ввода в эксплуатацию;

- данные о неисправностях, ремонтах и техобслуживании;
- дату последней поверки и протоколы поверки;
- межповерочный интервал.

Согласно ГОСТ 8.395-80. «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» при осуществлении калибровки в помещении должны соблюдаться условия окружающей среды.

Помещения должны отвечать по производственной площади, состоянию и обеспечиваемым в них условиям (температура, влажность, чистота воздуха, освещенность, звуко-и виброизоляция, защита от излучений магнитного, электрического и других физических полей, снабжение электроэнергией, водой, воздухом, теплом, хладагентом и т.п.) требованиям применяемых НД по калибровке, санитарным нормам и правилам, требованиям безопасности труда и охраны окружающей среды.

На предприятии ОАО «МРСК Урала» для калибровки вольтметра Э59 используется измерительная установка У358.

Назначение: для высокопроизводительной поверки и градуировки аналоговых электроизмерительных приборов постоянного тока всех классов точности: амперметров, вольтметров и ваттметров, а также цифровых приборов.

Установка У358 измерительна предназначена для эксплуатации при температур от 10 до 35°C и относительной влажности воздух не более 80% при температуре 25° .

Конструктивно установка выполнена в виде передвижной стойки.

Предел измерения и число поверяемых отметок шкалы вводится в оперативную память вычислительного устройства посредством клавиатуры блока управления установкой. С этой же клавиатуры вносятся в протокол поверки прибора индекс поверителя, номер поверяемого прибора и дата поверки. Совмещение указателя приборов с поверяемой отметкой шкалы производится оператором. Выбор поверяемой отметки может производиться вручную поворотным переключателем или автоматически с заданным и регулируемым ритмом.

Производится автоматически:

- выбор предела калибратора;
- управление величиной выходного напряжения и его стабилизация;
- внесение в протокол номера поверяемой отметки знака и значения поправки к показаниям прибора в долях деления шкалы;
- представление перечисленной информации на цифровом табло и сигнализации о том, что погрешность прибора превышает допустимую (если это имеет место).

Поверка (калибровка):

- вольтметров в диапазон : от 10^{-5} до 1000 В;
- амперметров в диапазон : от 10^{-9} до 10 А;
- ваттметров: по току – в диапазон амперметров, по напряжению – в диапазон вольтметров.

Погрешность установок в основном диапазоне при поверке вольтметров: ± 0.02 %.

Питание: 220 ± 2 В, 50 ± 1 Гц.

Потребляемая мощность : $500 \text{ В} \cdot \text{А}$.

2.4. Разработка методики калибровки вольтметра

Калибровка измерительных приборов – установление зависимости между показаниями средств измерительного прибора и размером измеряемой величины [19].

Перед тем, как приступим к разработке методики калибровки вольтметра, выясним, в чем различие поверки от калибровки.

Калибровка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений [16].

Поверка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям.

В законе об обеспечении единства измерений упоминается, что поверка осуществляется в сфере государственного регулирования ОЕИ, а калибровка не предназначена для применения в сфере государственного регулирования и может осуществляться в добровольном порядке.

Документ, регламентирующий методику калибровки, может быть представлен в виде:

- международного, регионального, государственного стандарта;
- специального раздела технических условий на изготовление средств измерений или соответствующего стандарта;
- специального раздела описания типа для Государственного реестра средств измерений;
- документа, утверждаемого руководителем предприятия – разработчика методики калибровки;
- документа, утверждаемого руководителем предприятия, применяющего методику калибровки, и зарегистрированного в базе данных данного предприятия [11].

Согласно ГОСТ Р 8.879-2014 разработанная методика калибровки вольтметра Э59 будет представлена в виде документа, утверждаемого руководителем предприятия, применяющего методику калибровки и зарегистрированного в базе данных предприятия.

Разработчиками методики калибровки могут быть:

- научные метрологические центры или научно-исследовательские институты, предназначенные для разработки новых методов и средств измерений в конкретных областях применения;
- изготовители средств измерений;
- пользователи средств измерений (клиенты калибровочной лаборатории);
- калибровочные лаборатории.

Методика калибровки, оформленная самостоятельным документом, должна иметь [11]:

- а) титульный лист;
- б) наименование, номер, сведения о разработчике;
- в) указания об области распространения (назначении) методики калибровки(указание группы (групп), типа (типов) средств измерений, для калибровки которых данная методика предназначена);
- г) описание основных характеристик и особенностей калибруемых средств измерений;
- д) сведения о метрологических характеристиках средств измерений, действительные значения которых подлежат определению в процессе калибровки;
- е) перечень средств калибровки и вспомогательного оборудования, необходимых для проведения калибровки, с указанием требований к их техническим и метрологическим характеристикам;
- ж) сведения об условиях окружающей среды и необходимом периоде стабилизации для оборудования;
- з) описание процедуры калибровки, включая:
 - подготовку к процедуре калибровки;
 - проверки, необходимые перед началом работы;
 - проверки нормального функционирования и, при необходимости, процедуру регулировки оборудования перед каждым его использованием;
 - процедуру проведения измерений;
 - обработку результатов измерений;
 - описание оформления результатов калибровки;
 - меры безопасности, которые должны соблюдаться при проведении калибровки;
 - условия или требования, при нарушении которых калибровка не проводится или результаты её не могут считаться достоверными;
 - указание о неопределенности или процедуру оценки неопределенности результатов калибровки.

Документ на методику калибровки должен содержать вводную часть и разделы, название которых должны соответствовать указанному выше содержанию.

В некоторых случаях допускается объединять или исключать отдельные разделы, или добавлять дополнительные разделы.

Во вводной части отмечают назначение методики калибровки, а также степень её соответствия международным документам и (или) национальным (государственным) стандартам.

В подразделе «Требования к неопределенностям измерений параметров, определяемых в процессе калибровки»(либо в подразделе «Требования к погрешностям измерений параметров, определяемых в процессе калибровки»), устанавливаются соответствующие значения, обеспечивающие получение результатов калибровки с указанной в методике неопределенностью (либо погрешностью, соответственно).

Подраздел «Требования к средствам калибровки и вспомогательному оборудованию» должен включать перечень основных и вспомогательных средств калибровки, стандартных образцов, оборудования и материалов с указанием метрологических и основных технических характеристик этих средств и (или) нормативных документов, регламентирующих эти требования.

Подраздел «Требования к условиям проведения калибровки» должен включать перечень величин, влияющих на метрологические характеристики калибруемых средств измерений или средств калибровки, с обозначением их нормируемых номинальных значений и допускаемых отклонений, в пределах которых сохраняются характеристики неопределенности, приписываемые данной методике калибровки.

Если к квалификации калибровщиков предъявляют особые квалификационные требования, после раздела «Технические требования» в методику калибровки должен быть включен раздел «Требования к квалификации калибровщиков».

Раздел «Требования к квалификации калибровщиков» должен включать требования к уровню квалификации лиц, выполняющих калибровочные работы: профессия, образование, специальная подготовка, практический опыт работы и т.д.

Раздел «Подготовка к процедуре калибровки» должен включать перечень и способы выполнения работ, которые необходимо провести перед процедурой калибровки, включая проверку комплектности и внешнего вида средства измерений, действия и взаимодействия его отдельных частей и элементов (в том числе прочности и электрического сопротивления изоляции, герметичности и т.п.).

Раздел «Процедура проведения измерений» должен включать перечень наименований и описание операций, проводимых при калибровке, по определению действительных значений метрологических характеристик калибруемого средства измерений.

Раздел «Обработка результатов измерений» включают в методику калибровки при наличии сложных способов обработки результатов измерений.

Раздел «Оформление результатов калибровки» должен содержать требования к оформлению результатов калибровки.

В разделе указывают способ или сочетание способов оформления результатов калибровки:

- сертификат о калибровке;
- место и способ нанесения оттиска калибровочного клейма;
- внесение записи в паспорт или другой эксплуатационный документ средства измерений.

Калибровочные клейма – это технические устройства, которые предназначены для нанесения оттиска клейма на средства измерений, дополнительные устройства или техническую документацию. Калибровочные клейма наносят с целью:

- удостоверения, что средства измерений имеют метрологические характеристики, которые соответствуют установленным техническим требованиям;
- исключения при необходимости доступа к регулировочным устройствам средств измерений;
- опечатывания непригодных к применению средств измерений;
- аннулирования существующего клейма(аннулирующие клейма).

Требования к оттиску клейма: четкость рисунка, сохранность на протяжении всего межкалибровочного интервала применительно к условиям, в которых эксплуатируется средство измерений [23].

Калибровочные клейма должны содержать следующую информацию:

- знак К, используемый для идентификации калибровочного клейма в Российской системе калибровки;
- условный шифр аккредитующего органа, который имеет право проводить калибровочные работы, или метрологической службы юридического лица, которая аккредитованна на право проведения калибровочных работ;
- две последние цифры года применения калибровочного клейма;
- личный знак калибровщика.

Клейма, которые были аннулированы, имеют рисунок крестообразной формы, указывающий на прекращение действия калибровочного клейма, нанесенного на средства измерений или техническую документацию.

Формы и размеры калибровочных клейм аналогичны формам и размерам поверительных клейм в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.007-94 «ГСИ. Поверительные клейма». Форма и размеры калибровочных клейм аккредитующих органов аналогичны форме и размерам поверительных клейм, установленных для органов Государственной метрологической службы с той лишь разницей, что на калибровочное клеймо вместо знака G наносится знак К.

Форма калибровочных клейм метрологических служб юридических лиц, аккредитованных на право проведения калибровочных работ, устанавливается:

- для средств измерений, выпускаемых из производства – прямоугольная;
- для средств измерений, находящихся в эксплуатации и после ремонта – квадратная.

Условный шифр обозначается для аккредитующих органов двумя буквами основного шрифта русского прописного алфавита (АБ; АВ; АГ и т.д.), а для метрологических служб юридических лиц, аккредитованных на право калибровки средств измерений – тремя буквами основного шрифта русского прописного алфавита (ААБ; ААВ; ААГ и т.д.).

Индивидуальный знак калибровщика обозначается одной из букв, взятых из русского, латинского и греческого алфавитов.

Квартал года обозначается арабскими цифрами (1, 2, 3, 4).

Применять калибровочные клейма могут только лица, аттестованные в качестве калибровщиков.

Оттиски калибровочных клейм наносятся на средства измерений, эксплуатационные документы (паспорта, сертификаты) в соответствии с требованиями, предусмотренными нормативными документами по калибровке средств измерений.

Оттиски калибровочных клейм наносятся на те средства измерений, результаты калибровки которых соответствуют требованиям заказчика (метрологической службы юридического лица, применяющего данные средства измерений).

У каждого калибровщика имеются персональные калибровочные клейма, на которые наносится индивидуальный знак калибровщика. Передача таких клейм другим лицам запрещается.

В службе СМиИ предприятия используются квадратные калибровочные клейма. У каждого калибровщика есть свой индивидуальный знак.

Сама процедура калибровки включает следующие этапы:

Первый этап – это внешний осмотр. Во время выполнения внешнего осмотра проверяют отсутствие внешних повреждений, покрытия шкал должны

быть без царапин, надписи четкие, в комплекте прибора должны быть запасные части, необходимые для калибровки.

Второй этап – это опробование. Во время этой процедуры должно быть установлено надежное закрепление зажимов приборов, плавный ход и четкая фиксация переключателей.

После двух этапов, которые носят «проверяемый» характер, приступим непосредственно к калибровке. Во время проведения калибровки поверяемый прибор включают совместно с эталоном, и методом сличения показаний калибруемого и образцового приборов находят абсолютную и относительную погрешности. Далее путем сравнений показаний эталона и калибруемого прибора, устанавливаем степень зависимости между этими приборами.

Последний этап – это оформление результатов.

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Особенности повышения квалификации персонала метрологической службы

Персонал, который работает в метрологической службе и ответственен за метрологическое обеспечение производства, должен иметь высшее образование или дополнительное образование по профилю, которое соответствует области аккредитации метрологической службы данного предприятия.

Высшее образование по профилю должно учитывать только то образование, которое имеет специализацию «Стандартизация и метрология», все остальные непрофильные высшие образования нуждаются в дополнительном профессиональном образовании по требуемому профилю.

Дополнительное образование может проводиться, как повышение квалификации и профессиональная переподготовка. Повышение квалификации должно проходить не реже одного раза в 5 лет.

Повышение квалификации направлено на получение новых знаний, необходимых для совершенствования профессионального уровня в рамках уже имеющейся квалификации. Профессиональная переподготовка, в свою очередь, направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности или приобретение новой квалификации [28].

Согласно этим положениям можно сформулировать один из основных принципов формирования программ дополнительного профессионального образования, заключающийся в соблюдении компетентного подхода при составлении программ повышения квалификации.

При формировании компетентного подхода важным аспектом является не простое перечисление компетенций, которыми должен будет обладать слушатель программы повышения квалификации, а соотношение этих компетен-

ций с тем видом профессиональной деятельности, для которой непосредственно разрабатывается программа.

Для подготовки специалистов в области метрологии и метрологического обеспечения является стандарт «Специалист по метрологии», в котором расписаны все трудовые функции, а также, что должен знать и уметь персонал. При описании целей программы повышения квалификации необходимо отразить ее связь именно с этим профессиональным стандартом.

3.2. Анализ профессионального стандарта «Специалист по метрологии»

Проведем анализ профессионального стандарта специалиста по метрологии (ПС №40.012 утвержден от 27 июня 2017 г.). Выделим трудовые функции, которые необходимы для работы метрологов. Трудовые функции включают в себя: трудовые действия, необходимые умения и необходимые знания [25].

Для выполнения калибровки специалист по метрологии должен знать трудовую функцию «Проверка и калибровка простых средств измерений». Кроме знаний выполнения калибровки, специалист по метрологии должен уметь оформлять производственно-техническую документацию в соответствии с действующими требованиями. Для этого он должен знать трудовую функцию «Оформление и введение производственно-технической документации».

Характеристика этих трудовых функций приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика трудовой функции

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	Уровень квалификации	наименование	код	Уровень квалификации
А	Организационно-техническая поддержка Метрологического Обеспечения действующего	4	Оформление и ведение производственно-технической	А/02.4	4

	производства		до кументации		
			Поверка (калибровка) простых средств измерений	А/04. 4	

На рисунке 2 можно увидеть, какими знаниями, умениями и трудовыми действиями владеет метролог при проведении поверки(калибровки) простых средств измерений, таких как вольтметр.



Рисунок 2 – Характеристика трудовой функции «Поверка (калибровка) простых средств измерений»

При оформлении и ведении производственно-технической документации метролог должен владеть определенными знаниями, умениями и трудовыми действиями (рисунок 3).

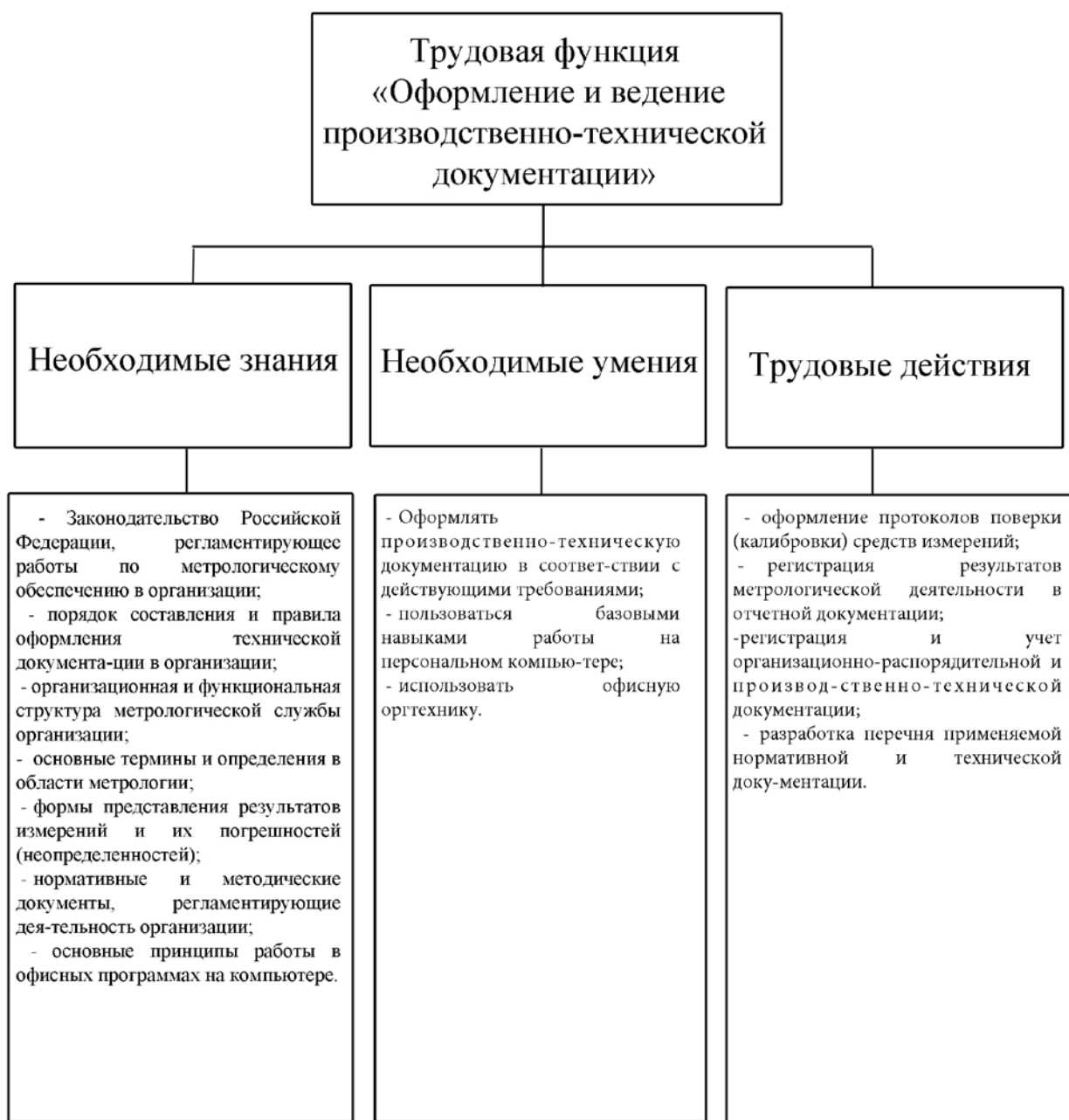


Рисунок 3 – Характеристика трудовой функции «Оформление и ведение производственно-технической документации»

В ходе анализа профстандарта мы узнали, какими знаниями и умениями должен владеть метролог для эффективной и результативной работы.

3.3. Разработка программы повышения квалификации работников калибровочной лаборатории

Возьмем за основу учебную программу повышения квалификации «Поверка и калибровка средств электрических измерений», которую проводят специалисты Академии стандартизации, метрологии и сертификации. В программе курса слушатели изучают новые нормативные документы, современные средства поверки и калибровки, а также методы (методики) поверки и калибровки средств электрических измерений.

Цель обучения: изучение методик поверки и калибровки средств электрических измерений.

В результате обучения специалист метрологической службы в области поверки и калибровки средств электрических измерений будет владеть некоторыми знаниями, умениями и навыками, которые в последующем ему пригодятся для эффективной работы (рисунок 4).

Учебная программа повышения квалификации «Проверка и калибровка средств электрических измерений»		
Знать:	Уметь:	Владеть навыками:
<p>– законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по метрологическому обеспечению производства;</p> <p>– стандарты и другие нормативные документы по эксплуатации, ремонту, наладке, проверке, юстировке и хранению средств измерений;</p> <p>– организацию и техническую базу метрологического обеспечения производства</p> <p>– физические основы измерений;</p> <p>– систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствам измерений;</p> <p>– принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений;</p> <p>– методы и средства проверки (калибровки) и ремонта средств измерений;</p> <p>– методики выполнения измерений;</p> <p>– назначение и принципы применения средств измерений и технологию их ремонта порядок составления и правила оформления технической документации;</p> <p>– порядок ведения фонда стандартов и других документов, регламентирующих точность измерений.</p>	<p>– применять контрольно-измерительную и испытательную технику для контроля качества продукции и технологических процессов;</p> <p>– осуществлять поверку (калибровку) и ремонт средств измерений;</p> <p>– использовать современные способы обеспечения высокой точности и единства измерений;</p> <p>– применять аттестованные методики выполнения измерений.</p> <p>– использовать компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации, применяемые в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>– работы с контрольно-измерительной и испытательной техникой для метрологического обеспечения производства;</p> <p>– современными методами и средствами проверки (калибровки), ремонта и юстировки средств измерений;</p> <p>– обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;</p> <p>– оформления результатов испытаний и принятия соответствующих решений.</p>

Рисунок 4 – Характеристика учебной программы повышения квалификации «Проверка и калибровка средств электрических измерений»

Учебный план повышения квалификации

Цель: повышение квалификации у работников калибровочной лаборатории.

Категория слушателей: лица, работающие в области калибровки.

Срок обучения: 102 часа.

Режим занятия: вечерняя / дневная форма.

Учебный план:

1. Основы обеспечения единства измерений.
 - Основные положения законов РФ: «О техническом регулировании», «Об обеспечении единства измерений»
 - Законодательные, нормативные и правовые аспекты поверки и калибровки СИ
 - Единицы величин. Системы единиц. Международная система единиц (Система СИ)
 - Измерения. Виды и методы измерений. Критерии качества измерений
 - Погрешности измерений. Классы точности средств измерений
 - Обработка результатов измерений
 - Сфера и формы государственного регулирования в ОЕИ
 - Методика (методы) измерений. Порядок их разработки
2. Средства измерений электрических величин.
 - Методы поверки
 - Меры электрических величин
 - Приборы прямого действия, в том числе выпрямительные и термоэлектрические
 - Измерение электрического сопротивления
 - Измерение электрической мощности (постоянный, переменный однофазный и трехфазный ток, активная и реактивная)
 - Измерение электрической энергии индукционными счетчиками 2.7. Измерительные трансформаторы тока и напряжения

- Фазометры
- Мосты постоянного тока
- Потенциометры постоянного тока
- Цифровые измерительные приборы
- Электронные счетчики электрической энергии
- Современные средства измерений электрических величин

3. Поверка и калибровка средств измерений электрических величин.

- Поверка и калибровка приборов прямого действия на установках

УППУМЭ

- Поверка и калибровка мостов постоянного тока
- Поверка и калибровка магазинов сопротивления
- Поверка и калибровка цифровых комбинированных приборов
- Поверка приборов методом сличения
- Поверка и калибровка трансформаторов тока
- Поверка и калибровка омметров
- Поверка и калибровка счетчиков электрической энергии

3.4. Практическое занятие для повышения квалификации работников калибровочной лаборатории

В рамках раздела программы «Поверка и калибровка средств измерений электрических величин» разработаем практическое занятие на тему изучения калибровки вольтметра.

Тема: Изучение методики калибровки вольтметра Э59.

Цель: Изучение и применение на практике методики калибровки вольтметров.

Задачи:

- изучить НД в области калибровки и измерений;

– научиться использовать разработанную методику на практике.

Практическая работа рассчитана на 2 часа.

Таблица 5 – План хода практического занятия

Этапы и время	Содержание	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся
1	2	3	4
Организационная часть (5 минут)	Все заняли свои места, поприветствовали преподавателя. Объявление темы практического занятия «Изучение методики калибровки вольтметра Э59».	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверить отсутствующих. Запись темы практического занятия; привлечение внимания учащихся.	Взаимное приветствие. Занять свое место, достать тетрадь и ручку.
Актуализации опорных знаний (10 минут)	1. Что такое калибровка? 2. Чем калибровка отличается от поверки? 3. Что такое вольтметр? 4. Назовите основные нормативные документы по калибровке/поверке. 5. Дайте определение «средства калибровки».	Провести устный опрос. Добиться, чтобы все обучающиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории.	Внимательно слушать задаваемые вопросы. Отвечать на вопросы, опираясь на предыдущую лекцию.
Практическая часть (60 минут)	Проведение калибровки вольтметра Э59. 1. Внешний осмотр. 2. Опробование. 3. Определение метрологических характеристик. 4. Определение вариаций показаний. 5. Оформление результатов калибровки вольтметров. Данные опытов и результаты расчетов занести в протокол калибровки вольтметра.	Продемонстрировать слушателям ход выполнения калибровки вольтметра. Показывать медленно, комментирую каждое действие. Записать на доске формулы. Объяснить формулы. Предоставить слушателям форму протокола калибровки.	Запомнить порядок выполнения калибровки вольтметра. Внимательно слушать преподавателя, задавать вопросы по теме. Записать в тетрадь формулы расчета погрешности и вариации прибора.
Заключительная часть (15 минут)	Выдать слушателям содержание отчета. Отчет по практической работе должен содержать: 1. Цель работы. 2. Схемы соединений. 3. Эталонные средства и их характеристики. 4. Расчетные формулы. 5. Протокол калибровки	Показать пример оформления протокола.	Заполнить отчет по практической работе. Оформить протокол калибровки.

Краткие теоретические сведения

Методы и средства калибровки средств измерений (СИ) прописаны в соответствующих нормативных документах. Основным документом по калибровке (поверке) амперметров и вольтметров является ГОСТ 8.497-83 [6].

Допускается применение четырех методов поверки (калибровки) средств измерений (рисунок 5).

Наименование метода	Описание метода
Непосредственное сличение с эталоном	Применяется для различных средств измерений в таких областях, как электрические и магнитные измерения, для определения напряжения, частоты и силы тока. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины поверяемым (калибруемым) и эталонным приборами. При этом определяют погрешность как разницу показаний поверяемого и эталонного средств измерений, принимая показания эталона за действительное значение величины. Достоинства этого метода в его простоте, наглядности, возможности применения автоматической поверки (калибровки), отсутствии потребности в сложном оборудовании [10].
Сличение с помощью компаратора	Для второго метода необходим <i>компаратор</i> – прибор сравнения, с помощью которого сличаются поверяемое (калибруемое) и эталонное средства измерения. Потребность в компараторе возникает при невозможности сравнения показаний приборов, измеряющих одну и ту же величину. Например, двух вольтметров, один из которых пригоден для постоянного тока, а другой – переменного. В подобных ситуациях в схему поверки (калибровки) вводится промежуточное звено – компаратор. Для приведенного примера потребуется потенциометр, который и будет компаратором. На практике компаратором может служить любое средство измерения, если оно одинаково реагирует на сигналы как поверяемого (калибруемого), так и эталонного измерительного прибора. Достоинством данного метода специалисты считают последовательное во времени сравнение двух величин.
Прямые измерения величины	Используется, когда имеется возможность сличить испытуемый прибор с эталонным в определенных пределах измерений. В целом принцип этого метода аналогичен методу непосредственного сличения, но методом прямых измерений производится сличение на всех числовых отметках каждого диапазона (и поддиапазонов, если они имеются в приборе). Метод прямых измерений применяют, например, для поверки или калибровки вольтметров постоянного электрического тока.
Косвенные измерения величины	Применяется, когда действительные значения измеряемых величин невозможно определить прямыми измерениями либо когда косвенные измерения оказываются более точными, чем прямые. Этим методом определяют вначале не искомую характеристику, а другие, связанные с ней определенной зависимостью. Искомая характеристика определяется расчетным путем. Например, при поверке (калибровке) вольтметра постоянного тока эталонным амперметром устанавливают силу тока, одновременно измеряя сопротивление. Расчетное значение напряжения сравнивают с показателями калибруемого (поверяемого) вольтметра. Метод косвенных измерений обычно применяют в установках автоматизированной поверки (калибровки).

Рисунок 5 – Характеристика методов поверки (калибровки) средств измерений

При калибровке СИ должны соблюдаться нормальные условия, как для калибруемого прибора, так и для образцовых СИ. Даже незначительные отклонения условий калибровки от нормальных снижают достоверность результатов калибровки из-за сложности, а в ряде случаев и невозможности учета возникающих при этом дополнительных погрешностей.

В каждом НД на методы и средства калибровки эти условия подробно формулируются в разделе «Условия калибровки и подготовка к ней», и их соблюдение является обязательным при проведении калибровки.

Одним из важнейших условий получения достоверных результатов калибровки является поддержание нормальных значений климатических условий (температуры, влажности, давления). Объясняется это факторами, к числу которых можно отнести наличие у подавляющего большинства СИ зависимости показаний (действительных значений) от температуры, изменение электроизоляционных свойств используемых в СИ материалов под воздействием влажности окружающего воздуха и др [20].

Нормальные области значений влияющих величин, характеризующих климатические воздействия, в соответствии с ГОСТ 22261–2003 следующие: температура окружающего воздуха $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$; $(20 \pm 1,5) ^\circ\text{C}$; $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$; $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$; относительная влажность воздуха $(65 \pm 15) \%$; атмосферное давление $(100 \pm 4) \text{ кПа}$.

Проведение калибровки.

1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие калибруемого вольтметра следующим требованиям.

Калибруемый вольтметр должен быть укомплектован всем необходимым для проведения калибровки из комплекта вольтметра, включая техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

Вольтметр не должен иметь повреждений цифрового отсчетного устройства, а также повреждений регулировочных и соединительных элементов, корпуса и т.п., влияющих на нормальную работу прибора [15].

2. Опробование

При опробовании вольтметра выполняют следующие операции.

Включают калибруемый вольтметр в сеть питания и выдерживают его в течение времени установления рабочего режима. Далее проверяют возможность всех предварительных подстроек и регулировок вольтметра, указанных в его технической документации. Затем на вход вольтметра подают напряжение от одного из источников. Регулируя напряжение источника, проверяют возможность работы вольтметра на всех диапазонах измерения напряжения и при каждом из предусмотренных в его технической документации режимов работы. Кроме того, на одном из диапазонов измерения напряжения проверяют исправность отсчетного устройства. Для этого, плавно регулируя напряжение источника, проверяют возможность включения в каждом из разрядов всех оцифрованных значений. При опробовании должно быть установлено надежное закрепление зажимов приборов, плавный ход и четкая фиксация переключателей.

3. Проверка электрической прочности.

Испытание электрической прочности изоляции токоведущих частей вольтметра обязательно производится при выпуске из производства или ремонта. Изоляция между всеми изолированными электрическими цепями и корпусом вольтметра должна выдерживать в течение 1 минуты действие переменного синусоидального напряжения частотой 50 Гц. Значение этого напряжения при нормальной температуре и влажности окружающего воздуха нормируется в зависимости от номинального напряжения прибора. В отдельных случаях испытание изоляции может производиться постоянным током и при повышенной влажности. Измерение сопротивления изоляции производится при постоянном токе между зажимами токоведущих цепей и корпусом (или экраном) прибора в соответствии с указаниями, содержащимися в описании прибора. Электрическую прочность и сопротивление изоляции определяют только при выпуске приборов из производства и после ремонта.

4. Определение основной погрешности, вариации показаний и остаточного указателя приборов от нулевой отметки [26].

Основная погрешность поверяемого прибора не должна превышать предела допускаемой основной погрешности. Максимальная допускаемая погрешность связана с классом точности прибора. Обозначение классов точности зависит от способа выражения пределов допускаемых погрешностей средств измерений и осуществляется следующим образом:

1) если пределы допускаемой основной погрешности выражены в форме абсолютной погрешности средства измерения

$$\Delta = X_i - X_d, \quad (3)$$

где Δ – абсолютная погрешность, X_i – значение измеряемой величины, определяемое по показаниям калибруемого (поверяемого) прибора; X_d – действительное значение измеряемой величины, определяемое по показаниям эталонного СИ, то класс точности обозначают заглавными латинскими буквами (L, M, C), или римскими цифрами (I, II, III), к буквам можно присоединять индексы в виде арабской цифры. Классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, присваиваются буквы, находящиеся ближе к началу алфавита.

2) если пределы допускаемой основной погрешности выражены в форме приведенной основной погрешности, в %

$$\delta = \frac{\Delta}{X_d} \quad (4)$$

где Δ – абсолютная погрешность, X_d – измеряемая величина.

Обозначения класса точности наносят на циферблаты, щитки и корпуса средства измерения; в нормативных документах приводят средство измерения с несколькими диапазонами измерений одной и той же физической величины или предназначенным для измерений разных физических величин, которому могут быть присвоены различные классы точности для каждого диапазона или для каждой измеряемой величины. Основную погрешность и вариацию приборов классов точности 0,05; 0,1 и 0,2 определяют на каждой числовой отметке. Для менее точных приборов – на пяти отметках шкалы, равномерно распределенных по диапазону измерений. 30 Вариацию показаний прибора на калибруемой (поверяемой) отметке шкалы определяют как абсолютное значение разности

действительных значений измеряемой величины при одном и том же показании прибора, полученном при плавном подводе указателя сначала со стороны меньших, а затем со стороны больших значений. Остаточное отклонение указателя прибора от нулевой отметки определяют путем установки указателя на конечное значение шкалы и плавного уменьшения значения измеряемой величины до нуля [13].

5. Оформление результатов калибровки вольтметров.

Результаты калибровки оформляются протоколом калибровки и сертификатом калибровки, где приводятся действительные значения метрологических характеристик средств измерений.

Выбор метода калибровки и эталонных средств измерений для калибровки вольтметров

Выбор метода калибровки и вида эталонных СИ определяется техническими и экономическими факторами:

- 1) обеспечение необходимого соотношения точности калибруемых приборов и эталонных СИ;
- 2) наличие комплекта эталонных СИ, согласованных со всей номенклатурой калибруемых приборов по диапазонам измерений и частот;
- 3) объем калибровочных работ;
- 4) квалификация персонала;
- 5) обеспечение необходимой производительности работ и т. д.

Метод непосредственного сличения может осуществляться двумя способами:

- 1) При поверке первым способом указатель отсчетного устройства совмещают с поверяемой отметкой шкалы путем изменения входного сигнала. А погрешность средства измерения определяется как разность между показанием поверяемого средства измерения и эталонного. При этом показание эталонного средства измерения принимается за действительное значение измеряемой величины.

2) При поверке вторым способом номинальное значение единицы физической величины устанавливается по эталонному средству измерения, а погрешность определяют как разность между показанием эталонного и поверяемого средств измерения.

В первом случае (рисунок 6, а) сигнал X от источника $И$ измеряемой величины подают на калибруемый (поверяемый) и эталонный приборы (ПП и ЭП) и сравнивают показания X_n калибруемого (поверяемого) прибора с показанием $X_э$ эталонного прибора, абсолютная погрешность калибруемого (поверяемого) прибора при этом определяется как разность показаний:

$$\Delta = X_n - X_э, \quad (5)$$

Методы второй группы (рисунок 6, б) состоят в сравнении показания калибруемого (поверяемого) прибора с показанием X_m эталонной меры, воспроизводящей измеряемую величину.

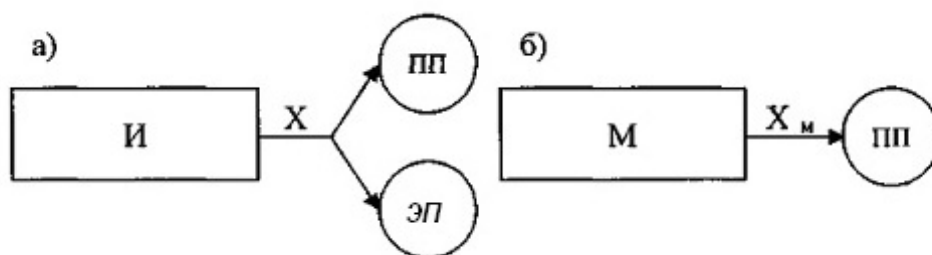


Рисунок 6 – Структурные схемы калибровки СИ при помощи эталонных приборов

Вне зависимости от выбранного метода и средств калибровки должно быть выполнено требование по соотношению пределов допускаемых абсолютных погрешностей эталонных и калибруемых СИ (обычно составляющие 1:5).

Основные требования к средствам и условиям калибровки вольтметров.

Соотношение пределов допускаемой абсолютной основной погрешности эталонных СИ и калибруемых вольтметров для каждой отметки шкалы должно быть не более 1:5 при калибровке приборов всех классов точности. Допускается соотношение не более 1:3 при калибровке вольтметров классов точности 0,05–

0,5 и не более 1:4 – классов точности 1,0–5,0; при этом вариация эталонного прибора не должна превышать половины абсолютного значения предела допускаемой основной погрешности.

Диапазоны частот и измерений калибраторов должны включать соответствующие диапазоны калибруемого (поверяемого) прибора. При калибровке на постоянном токе приборов магнитоэлектрической системы в качестве эталонных СИ применяют приборы этой же системы. Приборы постоянного и переменного тока калибруют (поверяют) на том роде тока, для которого они предназначены.

Многодиапазонные приборы допускается калибровать на всех числовых отметках шкалы лишь на одном диапазоне измерений, на остальных диапазонах достаточно проводить калибровку на двух отметках шкалы: на числовой отметке, соответствующей нормирующему значению шкалы, и числовой отметке, на которой получена максимальная погрешность на полностью проверяемом (основном) диапазоне измерений.

Приборы, измеряющие несколько величин, должны быть проверены по каждой измеряемой величине отдельно. При проведении калибровки должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) температура окружающего воздуха:
 - а) (20 ± 2) °С – для классов точности 0,05...0,5;
 - б) (20 ± 5) °С – для классов точности 1,0...5,0;
- 2) относительная влажность воздуха 30...80 %;
- 3) атмосферное давление (100 ± 6) кПа.

Проведение калибровки вольтметра Э59.

Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- 1) отсутствие внешних повреждений и повреждений покрытия шкалы;
- 2) четкость всех надписей на корпусе и шкале прибора;

3) исправность корректора, с помощью которого указатель устанавливается на нулевую отметку при отключенных цепях.

Установить указатель прибора на нулевую отметку при помощи корректора. В процессе калибровки вновь устанавливать указатель на нулевую отметку не допускается.

Опробование

При опробовании установить надежное крепление зажимов прибора, плавность хода и четкую фиксацию переключателей диапазонов и режимов измерения.

Подключить калибруемый (поверяемый) прибор к соответствующему источнику.

Выбрать поддиапазон измерений калибруемого (поверяемого) прибора (для многодиапазонных приборов).

Плавно изменяя выходное напряжение калибратора, переместить указатель калибруемого (поверяемого) прибора от одного конца шкалы до другого, установить плавность хода и отсутствие задевания подвижных частей механизма.

Определение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции между токоведущими цепями прибора осуществляется с помощью мегаомметра, подсоединяемого своими зажимами к замкнутым всем выводам прибора и его корпусом. Электрическая прочность и сопротивление изоляции при эксплуатации и хранении не определяют.

Определение метрологических характеристик

Определение основной погрешности:

- 1) выполнить операции по подготовке к работе калибратора;
- 2) выбрать и согласовать с преподавателем основной диапазон измерения для калибровки прибора;

3) регулируя выходное значение напряжения калибратора, установить последовательно указатель на каждой калибруемой (поверяемой) отметке шкалы прибора, медленно подводя указатель только со стороны меньших значений и

зафиксировать действительные значения измеряемой величины (по показаниям источника) (операция 1);

4) выполнить операции согласно предыдущему, медленно подводя указатель со стороны больших значений (операция 2);

5) вычислить основную погрешность прибора в процентах от нормирующего значения (приведенную погрешность) по формуле (3). Нормирующее значение соответствует верхнему пределу диапазона измерений. Вычисления производят отдельно для операций 1 и 2.

Определение вариации показаний

1) вычислить вариацию показаний для каждой калибруемой (поверяемой) отметки шкалы прибора, используя данные измерений операций 1 и 2 по формуле:

$$\Delta_{\text{вар}} = |A_{\text{в}} - A_{\text{н}}| \quad (6)$$

где $A_{\text{в}}$ – действительное значение измеряемой величины при подводе указателя со стороны меньших значений («вверх»); $A_{\text{н}}$ – действительное значение измеряемой величины при подводе указателя со стороны больших значений («вниз»);

2) максимальное относительное значение вариации для данного диапазона измерения определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{\Delta_{\text{вар}}^{\text{max}}}{A_{\text{н}}} \times 100\% \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{вар}}^{\text{max}}$ – максимальное значение вариации для данного измерения.

Оформление результатов калибровки вольтметров

Данные опытов и результаты расчетов занести в Протокол калибровки вольтметра (Приложение Б).

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Схемы соединений.
3. Эталонные средства и их характеристики.
4. Расчетные формулы.

5. Протокол калибровки (приложение Б).

Практическая работа №1. «Изучение методики калибровки вольтметра Э59».

Цель работы: изучить методику калибровки вольтметра Э-59.

Задачи:

- изучить методы калибровки СИ;
- изучить порядок проведения калибровки вольтметров;
- научиться оформлять протокол калибровки.

Перечень приборов, необходимых для выполнения работы: вольтметр Э59, установка измерительная У358.

Порядок выполнения работы:

1. Записать название работы, цель, задачи.
2. Ознакомиться с теоретическим материалом.
3. Заполнить таблицу 6.

Таблица 6 – Методы калибровки СИ

Методы калибровки	Описание метода

4. Провести калибровку вольтметра Э59. Произвести проверку трех размеров (10В., 30В., 60В.). Каждый размер измерить три раза.

5. Рассчитать абсолютную погрешность СИ по формуле:

$$\Delta = X_i - X_d ,$$

где Δ – абсолютная погрешность, X_i – значение измеряемой величины, определяемое по показаниям калибруемого (поверяемого) прибора; X_d – действительное значение измеряемой величины.

Рассчитать относительную погрешность СИ по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{X_d},$$

где Δ – абсолютная погрешность, X_d – измеряемая величина.

6. Вычислить вариацию показаний для калибруемой отметки шкалы по формуле:

$$\Delta_{\text{вар}} = |A_{\text{в}} - A_{\text{н}}|,$$

где $A_{\text{в}}$ – действительное значение измеряемой величины при подводе указателя со стороны меньших значений («вверх»);

$A_{\text{н}}$ – действительное значение измеряемой величины при подводе указателя со стороны больших значений («вниз»).

Вычислить максимальное относительное значение вариации для данного диапазона измерения определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{\Delta_{\text{вар}}^{\text{max}}}{A_{\text{н}}} \times 100\%,$$

где $\Delta_{\text{вар}}^{\text{max}}$ – максимальное значение вариации для данного измерения.

7. Заполнить таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты калибровки

Значения эталона	Значения поверяемого прибора			Погрешность	Вариации	Примечание

8. Заполнить протокол калибровки (приложение Б).

9. Вопросы для самостоятельной проверки.

Что такое калибровка?

Чем калибровка отличается от поверки?

Какие методы калибровки СИ бывают?

Что такое эталон?

Кто может проводить калибровку СИ?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ОАО «МРСК Урала» большую роль играет метрологическая служба. В ее задачи входит обеспечение единства измерений, от которого зависит деятельность всего предприятия.

В выпускной квалифицированной работе была проанализирована деятельность предприятия ОАО «МРСК Урала», а также системы менеджмента качества.

В ходе написания выпускной квалификационной работы все цели и задачи были достигнуты. Были рассмотрены и проанализированы требования к содержанию методики калибровки.

Разработана и оформлена методика калибровки вольтметра Э59 в соответствии с требованиями, указанными в нормативных документах.

В методической части выпускной квалификационной работы были рассмотрены особенности повышения квалификации для персонала метрологической службы. Была изучена программа для повышения квалификации работников МС. В рамках раздела программы «Поверка и калибровка средств измерений электрических величин» было разработано практическое занятие на тему изучения калибровки вольтметра.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. – Москва: Издательство стандартов, 1990. – 112 с.
2. Броховец А.А., Вячеславова О.Ф., Грибанов Д.Д. Метрологическая служба предприятия. – Москва: Форум, 2009. – 464 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Текст]. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85; введ. 1992-30-06. – Москва: Издательство стандартов, 2002. – 48 с.
4. ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – Введ. 1978-01-01. – Москва: Издательство стандартов, 1991. – 12 с.
5. ГОСТ 7.1-2003. СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 2004-01-07. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 54 с.
6. ГОСТ 8.497-83. Государственная система обеспечения единства измерений. Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методика поверки. – Введ. 1985-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 11 с.
7. ГОСТ 8711-93. Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам [Текст]. – Введ. 1996-01-01. – Москва: Стандартинформ, 1996. – 7 с.
8. ГОСТ ИСО/МЭК 1025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Введ. 2012-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 7 с.
9. ГОСТ Р 8.000-2000. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные положения. – Введ. 2001-01-01. – Москва: Издательство стандартов, 2002. – 8 с.

10. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – Введ. 2013-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 24 с.

11. ГОСТ Р 8.879-2014. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. – Введ. 2015-01-09. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 8 с.

12. ГОСТ Р ИСО 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2013-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 33 с.

13. Ершова И.Г., Магда В.И. Метрологическое обеспечение производства. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности «Технология машиностроения» очной формы обучения. – Псков: ППИ, 2006. – 75 с.

14. Колчков В.И. Метрология, стандартизация и контроль качества. – Москва: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2010. – 398 с.

15. Колышкин Б.Н, Любомудров С.А., Тарасов С.Б. Метрологическое обеспечение производства. Лабораторный практикум. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 150 с.

16. Красильников А.Я., Лапшина С.Н. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. – Екатеринбург, 2015.

17. Лежнина И.А., Уваров А.А. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 120 с.

18. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник для вузов, 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: ЮРАЙТ, 2008. – 416 с.

19. Нормативные документы ОАО «МРСК Урала» [Электронный ресурс]: официальный сайт. – Режим доступа: <https://www.mrsk-ural.ru/client/legal/documents/>.

20. Палеева С.Я., Грибов В.В., Кононенко Е.В. Поверка и калибровка средств измерений: учебное пособие. – Екатеринбург: 2009. – 16 с.
21. Паспорт. Вольтметры, амперметры и миллиамперметры типа Э59. – Киев: Киевский Совнархоз, 1971.
22. Положение о службе метрологии и измерений ПО «Западные электрические сети» филиала ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Урала» – «Свердловэнерго». – Екатеринбург, 2018. – 23 с.
23. ПР 50.2.016-94. ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ. – Введ. 1994-09-21. – Москва: Стандартиформ, 2011. – 7 с.
24. ПР РСК 002-95. Российская система калибровки. Калибровочные клейма. – Введ. 1995-06-01. – Москва: ВНИИМС, 1995.
25. Профессиональный стандарт «Специалист по метрологии» // Министерство труда и социальной защиты: официальный сайт. – Режим доступа: <http://profstandart.rosmintrud.ru> .
26. Р 50.2.038-2004. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений. – Взамен МИ 1552-86. – Введ. 2005-01-01. – Москва: Стандартиформ, 2011. – 11 с.
27. РМГ 129-2013. ГСИ. Требования к специалистам в области обеспечения единства измерений, осуществляющим деятельность в сфере законодательной метрологии. – Введ. 2015-07-01. – Москва: Стандартиформ, 2015. – 6 с.
28. РМГ 131-2013. ГСИ. Требования к типовым учебным программам подготовки экспертов-метрологов и их сертификация. – Введ. 2015-07-01. – Москва: Стандартиформ, 2015. – 7 с.
29. Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений: федер. закон: [принят Гос. думой 11 июня 2008 г. : одобр. Советом Федерации 18 июня 2008 г.]. – Москва: Ось-89, 2011. – 24 с.
30. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие. М.: Логос, 2005. – 560 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Методика калибровки вольтметра Э59

ПРОЕКТ

ВОЛЬТМЕТР Э59

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть (область распространения)	66
1. Нормативные ссылки.....	66
2. Определения	66
3. Технические требования	66
3.1. Требования к средствам калибровки и вспомогательного оборудования	66
3.2. Требования к условиям проведения калибровки	66
4. Требования к квалификации калибровщиков.....	67
5. Требования по обеспечению безопасности.....	67
6. Подготовка к процедуре калибровки.....	67
7. Процедура проведения измерений и обработка результатов измерений	68
7.1. Внешний осмотр	68
7.2. Опробование	68
7.3. Определение сопротивления изоляции	68
7.4. Определение вариации показаний	69
8. Оформление результатов калибровки	69

Вводная часть (область распространения)

Настоящая методика калибровки, разработанная в соответствии с ГОСТ Р 8.879-2014 распространяется на вольтметр Э59 и устанавливает процедуру его калибровки. Область применения: ОАО «МРСК УРАЛА».

1. Нормативные ссылки

В настоящей МК использованы ссылки на следующие документы:

- ГОСТ Р 8.879-2014. ГСИ. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению.
- Р 50.2.038-2004. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.
- ГОСТ Р 8.736-2011. ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

2. Определения

Вольтметр — измерительный прибор непосредственного отсчёта для **определения** напряжения или ЭДС в электрических цепях.

3. Технические требования

3.1. Требования к средствам калибровки и вспомогательного оборудования

Средства измерений, применяемые для калибровки, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (клейма).

Калибровку вольтметра Э59 проводят с помощью установки измерительной У358.

3.2. Требования к условиям проведения калибровки

При проведении калибровки вольтметра Э59 должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....от 10 до 20±2;
- относительная влажность воздуха, % не более.....80.

3.3. Требования к помещениям для проведения калибровки

Помещения для проведения калибровки и ремонта средств измерений должны соответствовать действующим строительным и санитарным нормам, правилам и требованиям безопасности труда и охраны окружающей среды.

Площадь помещений должна выбираться из расчета количества рабочих мест, необходимых для проведения калибровочных работ. Минимально допустимая площадь одного рабочего места должна быть не менее 6 м².

4. Требования к квалификации калибровщиков

К проведению калибровки вольтметра допускаются лица из числа специалистов, допущенных к калибровке, работающих в организации, имеющих специальное образование не ниже среднего, а также ознакомившихся с паспортом вольтметра Э59.

5. Требования по обеспечению безопасности

При проведении калибровки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0- 75, перед проведением калибровки вольтметра необходимо пройти инструктаж по технике безопасности, установленный предприятием.

6. Подготовка к процедуре калибровки

Средства калибровки должны быть подготовлены к работе и подключены в соответствии с эксплуатационной документацией.

На средства измерений, используемых при калибровке, должны быть действующие свидетельства о поверке.

7. Процедура проведения измерений и обработка результатов измерений

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра вольтметра устанавливают:

- отсутствие внешних повреждений и повреждений покрытия шкалы;
- четкость всех надписей на корпусе и шкале прибора;
- исправность корректора, с помощью которого указатель устанавливается на нулевую отметку при отключенных цепях.

7.2. Опробование

При опробовании устанавливают надежное крепление зажимов прибора, плавность хода и четкую фиксацию переключателей диапазонов и режимов измерения.

С помощью клемм подключают вольтметр к эталону (У358). Оба прибора включают в сеть. В оперативную память вычислительного устройства посредством клавиатуры блока управления установкой вводят предел измерения и число калибруемых отметок шкалы.

Регулируя выходное значение напряжения калибратора, устанавливают последовательно указатель на каждой калибруемой (поверяемой) отметке шкалы прибора, медленно подводя указатель только со стороны меньших значений и фиксируют действительные значения измеряемой величины (по показаниям источника) (операция 1).

Выполняют операции согласно предыдущему, медленно подводя указатель со стороны больших значений (операция 2).

7.3. Определение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции между токоведущими цепями прибора осуществляют с помощью мегаомметра, подсоединяемого своими зажимами к замкнутым всем выводам прибора и его корпусом. Электрическая прочность и сопротивление изоляции при эксплуатации и хранении не определяют.

7.4. Определение вариации показаний

– вычислить вариацию показаний для каждой калибруемой (поверяемой) отметки шкалы прибора, используя данные измерений по формуле:

$$\Delta_{\text{вар}} = |A_{\text{в}} - A_{\text{н}}|$$

где $A_{\text{в}}$ – действительное значение измеряемой величины при подводе указателя со стороны меньших значений («вверх»); $A_{\text{н}}$ – действительное значение измеряемой величины при подводе указателя со стороны больших значений («вниз»);

– максимальное относительное значение вариации для данного диапазона измерения определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{вар}} \frac{\Delta_{\text{вар}}^{\text{max}}}{A_{\text{н}}} \times 100\%$$

где $\Delta_{\text{вар}}^{\text{max}}$ – максимальное значение вариации для данного измерения.

7.5. Определение погрешности прибора

– абсолютную погрешность определяют по формуле:

$$\Delta = X_i - X_d$$

где X_i – измеряемая величина, X_d – действительный размер.

– относительную погрешность определяют по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_d}$$

где Δ – абсолютная погрешность, X_d – измеряемая величина.

8. Оформление результатов калибровки

8.1. Результаты калибровки заносят в ПРОТОКОЛ калибровки. Форма протокола калибровки при эксплуатации и хранении контрольного образца приведена в приложении Б.

8.2. Результаты калибровки образца оформляют согласно ГОСТ Р 8.879-2014 выдачей сертификата о калибровке.

